

Simo Suurkuukka

Taloteknisen tietomallin luominen kiinteistön ylläpitoa varten

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka

Tekijä: Simo Suurkuukka

Työn nimi: Taloteknisen tietomallin luominen kiinteistön ylläpitoa varten

Ohjaajat: Marita Viljanmaa, Taisto Törmä

Vuosi: 2017 Sivumäärä: 40 Liitteiden lukumäärä: 6

Opinnäytetyön tarkoitus on tutkia, miten tietomalli voidaan luoda vanhan pienkerrostalon ylläpidon tueksi ja miten sitä voidaan hyödyntää kiinteistöjohtamisen päätöksenteossa. Työssä käydään läpi yleisiä tietomallivaatimuksia ja tietomallin luomisprosessi erityisesti talotekniikan näkökulmasta. Työssä pohditaan myös taloteknisen tietomallin sisältöä. Työssä luotiin tietomalli 1960-luvulla rakennettuun pienkerrostaloon. Prosessin sekä lopputulosten perusteella arvioitiin tietomallin luomisen kannattavuutta.

Työn tuloksena esitellään tietomallinnuksen tuomia etuja ja haittoja sekä pohditaan, onko tietomallin luominen kannattavaa pienten- ja keskisuurten asuintalojen käyttöä ja ylläpitoa varten.

Avainsanat: LVI-suunnittelu, LVI-tekniikka, tietomallit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School Of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC

Author: Simo Suurkuukka

Title of thesis: Creating a HVAC building information model for real estate maintenance

Supervisors: Marita Viljanmaa, Taisto Törmä

Year: 2017 Number of pages: 40 Number of appendices: 6

The purpose of the thesis was to examine how a building information model could be created to support the maintenance of an old small block of flats, and how to use it in decision making. The thesis examined general building information model requirements and the process of creating a building information model, especially from the point of view of HVAC. The content requirements of a building information model were also discussed in the thesis. The building information model was created for a small block of flats built in the 1960's. Profitability was estimated based on the process and the results.

The results of the work showed the advantages and disadvantages of building information modelling, as well as whether the creation of a building information model would be profitable for the use and maintenance of small and medium-sized buildings.

Keywords: HVAC design, HVAC technology, building information model

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	3
Kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet	6
1 JOHDANTO	7
2 TIETOMALLINNUS	8
2.1 Tietomalli.....	8
2.2 Mallinnettavat rakennusosat	9
2.3 Yhdistelmämalli.....	9
2.3.1 IFC-standardi	10
2.3.2 COBie	10
3 TIETOMALLINTAMISEN VAIHEET.....	11
3.1 Tarve- ja hankesuunnittelu.....	11
3.2 Ehdotussuunnittelu.....	13
3.3 Yleissuunnittelu	14
3.4 Toteutussuunnittelu.....	15
3.5 Toteutus	17
3.6 Luovutus	18
3.7 Käyttö ja ylläpito.....	18
4 TALOTEKNINEN TIETOMALLI	20
4.1 Käytettävät ohjelmistot	20
4.1.1 MagiCAD.....	20
4.1.2 Solibri Model Checker	20
4.1.3 Navisworks Manage.....	20
4.2 Taloteknisen tietomallin tietosisältö.....	21
4.3 PTS	22
4.4 Talotekninen inventointimalli	23
5 TALOTEKNISEN TIETOMALLIN LUOMINEN KIINTEISTÖN YLLÄPITOJA VARTEN	24

5.1 ARK-suunnitelmien digitalisointi	24
5.2 RAK-tietomalli	25
5.3 Taloteknisen inventointimallin luominen	26
5.4 PTS-ehdotuksen laatiminen	27
5.5 PTS-ehdotus	28
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	30
LÄHTEET	32
LIITTEET	34

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Yhdistelmämalli	9
Kuvio 2. Esimerkki putkimatosta	16
Kuvio 3. Kiinteistönpidon toimialueet	19
Kuvio 4. Tietomalliselostus	22
Kuvio 5. Ensimmäisen kerroksen ARK-kuvat.....	25
Kuvio 6. Rakennuksen MagiCAD ROOM malli	26
Kuvio 7. KVV ja LV-järjestelmien IFC-mallit	27
Kuvio 8. Kohteen käyttöikälaskin	28

Käytetyt termit ja lyhenteet

2D-piirustus, leikkaus	Perinteisin menetelmin tuotettu kuvaus rakennettavasta tai olemassa olevasta kohteesta. Tuotettu käyttämällä CAD-järjestelmää, paperia, tms.
IFC-malli	Kolmiulotteinen malli, jossa on suunnitteluvaiheeseen ja käyttötarkoitukseen sopiva tietosisältö ja geometria. Tiedonsiirtomahdollisuus on IFC-standardia noudattava.
3D-malli	Kolmiulotteinen geometria.
Geometria	Objektin tilavuusmitat, objektin muoto.
Tilatunniste	Kullekin tilalle yksilöllinen numeroista ja mahdollisesti kirjaimista koostuva tunnistus.
Tilan käyttötarkoitus	Tilan toiminnallinen määrittely esim. Talo 2000 -nimikkeistön mukaan.
Tilan nimi	Tilan kuvaava nimitys.
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu(ohjelma).
TATE	Talotekniikka.
Natiivimalli	Mallinnusohjelman oma mallitiedostomuoto.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten LVI-tietomalleja voidaan luoda pienkerrostalon ylläpidon tarpeisiin. Tämä tietomallinnuksen ala on verrattain uusi, ja se kehittyy jatkuvasti. Työn voi siis nähdä eräänlaisena pelinavauksena jo olemassa olevien rakennusten tietomallien luomisessa, ja niiden käyttöönotossa osana kiinteistönhallintaa ja ylläpitoa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on As Oy Taipalsaarentie 7, joka hallinnoi Lappeenrannan Pallossa sijaitsevaa kerrostalokiinteistöä. Opinnäytetyössä käsitellään tietomallinnusta erityisesti talotekniikan käytön ja ylläpidon kannalta. Teknisessä osuudessa ei oteta kantaa rakennuksen LVI-tekniikan ulkopuolisiin tietomalleihin, eikä tuotettuja suunnitelmia, malleja ja dokumentteja tule käyttää sellaisenaan kiinteistöä koskevien ratkaisujen ja suunnitelmien tekemiseen, vaan niiden tarkoitus on tukea päätöksentekoa ja kustannussuunnittelua, havainnollistaa LVI-järjestelmiä-, ja auttaa toimintoja, kuten tietomallipohjaista määrälaskentaa.

Aihe on ajankohtainen, koska rakennusteollisuus kokonaisuutena elää murrosvaihetta, jossa siirrytään dokumenttipohjaisista hankkeista kohti tietomallipohjaisia hankkeita. Tiennäyttäjinä toimivat suurten kaupunkien suuret projektit, kuten Tampereen raitiovaunuratahanke ja Helsingin kaupungin hankkeet. Rakennusala on kuitenkin vastustanut tietomalleihin siirtymistä pitkään, kun taas muilla tekniikan aloilla samat askeleet on jo otettu. Tutkimustieto osoittaa, että tietomallien käyttö rakentamisessa tehostaa rakentamista, vähentää virheitä, helpottaa tiedon kulkua ja kokonaisuutena säästää rahaa hankkeissa. Sama pätee myös rakentamisen jälkeisen ajan tietomallien hyödyntämiseen. Tietomallipohjaisesti toteutetuissa hankkeissa ylläpitoa varten ei tarvitse luoda tietomalleja tyhjästä, vaan rakentamiseen käytetty tietomalli voidaan sieventää ja ottaa käyttöön. Entä vanhat asuintalokohteet? Kannattaako tietomallia lähteä luomaan niistä? Opinnäytetyö pyrkii vastaamaan näihin kysymyksiin ja tuottamaan visioita tulevaisuudesta.

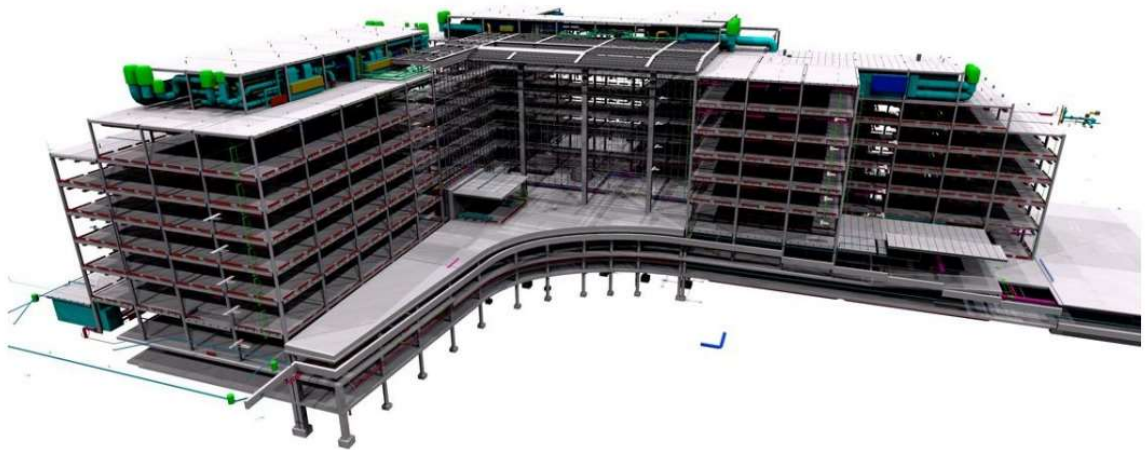
2 TIETOMALLINNUS

Tavoitteena kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksessa ovat suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun ja turvallisuuden parantaminen sekä elinkaari- ja hankeprosessin tukeminen kestävästä kehityksestä mukaisesti. Koko rakennuksen elinkaaren ajan tietomalleja hyödynnetään aivan suunnittelun alusta rakennuksen valmistumisen jälkeiseen ylläpitoon ja huoltoon asti. (RT 10-11069, 2.)

Tavoitteiden ja yleisten tietomallivaatimusten pohjalta päätetään ja dokumentoidaan tietomallin vaatimukset projektikohtaisesti. Mallinnukselle asetettavia tavoitteita voi olla monenlaisia kuten esim. suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen tai rakennusaikaisten prosessien tehostaminen. (RT 10-11069, 2.)

2.1 Tietomalli

Tietomalli on tietopohjainen järjestelmä, joka rakentaa pitkän tähtäimen arvoa ja edistää innovaatioita. Tietomalli on luotettava digitaalinen esitys rakennuksesta. Sitä voidaan käyttää päätöksen teossa, korkealaatuisten rakennusdokumenttien tuottamisessa, rakentamisen suunnittelussa, tulosennakkoinnissa ja kuluarvioinnissa. Tietomallipohjaisuutta käytettäessä säästetään aikaa ja rahaa, tehdään vähemmän virheitä, ja lisätään tuottavuutta. Tietomalli ei ole teknologia, mutta se tarvitsee sopivan teknologian, jotta sitä voidaan käyttää tehokkaasti hyödyksi. Tietomallien hyödyt konkretisoituvat, kun tieto on saatavilla organisaation kaikissa osastoissa, järjestelmissä ja tietokannoissa. (Solibri Inc.) Tietomallien käytön kehittyessä ollaan tulevaisuudessa menossa suuntaan, jossa on rinnakkain olemassa kaksi rakennusta, virtuaalinen ja todellinen, ja todellisen rakennuksen käyttöä ohjaa virtuaalinen rakennus. Pitkällä tähtäimellä voimme horisontissa nähdä tekoälyn tekevän tuloaan kuvaan, jonka avulla optimoidaan rakennuksen toimintaa muuttujatietojen avulla. (Järvinen 2016.) Kuvio 1 on hyvä esimerkki siitä, miten tietomalleilla pystytään havainnollistamaan järjestelmiä ja rakennuksia kokonaisuuksina.



Kuvio 1. Yhdistelmämalli (YTV2012 Osa 8, 6.)

2.2 Mallinnettavat rakennusosat

Määritellyn tarkkuustason mukaiset rakennusosat mallinnetaan inventointimalliin, johon ne tuotetaan asianmukaisilla siihen tarkoitetuilla työkaluilla. Poikkeustapauksissa mallinnusperiaate kirjataan tietomalliselostukseen. Tietomallia siirrettäessä muiden osapuolten ohjelmistoihin, rakennusosan sijainnin, tietosisällön ja geometrian tulee siirtyä halutulla tavalla tietomallissa. (RT 10-11067, 3.)

2.3 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on tietomalli, jossa kaikki rakennuksen tekniikan alat on yhdistetty samaan malliin. Yhdistelmämallin avulla voidaan tuottaa suunnitelmia, joiden ristiriidat ovat ainakin päälinjoiltaan tarkisteltu ja minimoitu. (Järvinen 2011.)

2.3.1 IFC-standardi

IFC, lyhenne sanoista Industry Foundation Classes, on avoin tiedonsiirtostandardi, joka ei ole riippuvainen tuotteesta tai suunnittelutoimistosta (Solibri Inc.). Rakennushankkeissa ja lisääntyvissä määrin myös ylläpidossa, IFC:stä on tulossa vakiintunut mallinnuksen tiedonsiirtostandardi (RT10-11077, 2).

2.3.2 COBie

COBie on tiedonsiirron standardi elinkaarimalliseen tiedon tallentamiseen ja tiedonsiirtoon, jota tarvitaan kiinteistön ylläpidossa. COBie:ta pystytään tarkastelemaan suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpito-ohjelmissa sekä yksinkertaisena taulukkona. (Tradiff.) Se on kehitetty IFC:n rinnalle ja sitä täydentämään. Se ei tosin ole tois-
taiseksi Suomessa käytössä. (RT 10-11077, 1–3.)

3 TIETOMALLINTAMISEN VAIHEET

”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” -julkaisusarja on kehitetty vastaamaan rakennusalalla nopeasti kasvaneisiin tietomallintamisen tarpeisiin. Entistä täsmällisempi määrittely siitä, mitä ja miten mallinnetaan, on tarpeellista rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Lähtökohtana julkaisusarjalle ovat tilaajaorganisaatioilta saadut ohjeet ja käyttökokemukset, sekä kirjoittajien mallipohjaisen toiminnan kokemus. (RT 10-11066, 1.)

Tietomallinnuksessa, kuten muussakin suunnittelussa, mallit elävät lähes koko prosessin ajan. Kommunikaatio tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä on tärkeää, jotta saadaan toteutettua halutunlainen rakennus. (Järvinen 2011.)

3.1 Tarve- ja hankesuunnittelu

Loppukäyttäjän sekä kiinteistön omistajan tarpeet ja tavoitteet kartoitetaan tarveselvitysvaiheessa, jonka jälkeen arvioidaan vaihtoehdot selvitysten perusteella. Tämän jälkeen tehdään toimintamallipäätökset, tavoitteiden saavuttamiseksi. Vaihtoehtoja voivat olla mm. saneeraus tai uudisrakennus. Keskeisimmät tilavaatimukset kirjataan tarveselvitysvaiheessa digitaaliseen muotoon. Tällainen vaatimusmalli on tietomalliprosessin osa, ja jos se laaditaan oikein, sitä voidaan hyödyntää läpi hankkeprosessin. Kun tilojen keskeiset vaatimukset liitetään digitaaliseen tilaohjelmaan, helpottaa se suunnitteluprosessin aikana tapahtuvaa vaatimusten hallintaa. (RT 10-11066, 5.)

Suunnitteluprosessille tärkeät lähtötiedot tuotetaan tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennushankkeen päätöksistä tärkeimmät sijoittuvat usein hankkeen alkuvaiheeseen. Tässä vaiheessa määritellään hankkeen tavoitteet budjetista ja aikatauluista sekä kokonaistavoitteet laajuudesta. Vaatimusmalli on tämän vaiheen keskeinen tiedon lähde, sillä usein suunnitelmia ei vielä ole. Päätöksentekoa auttavat vaatimusmallissa olevat tiloille asetettavat vaatimukset ja laajuustiedot. (RT 10-11066, 5.)

Vaatusmallin tulee olla sellainen, että sitä voidaan käyttää tilaohjelman ja suunnitelmaratkaisujen vertailussa, minimissään ohjelma, joka on taulukkomuodossa. Mahdolliset erityisvaatimukset ja tila- tai tilaryhmäkohtaiset pinta-ala vaatimukset tulee sisältyä tilaohjelmaan. Myös tilaajan vaatimuksia voidaan täydentää tilaohjelmaan, jos se on taulukkomuodossa. Koko rakennusta tai sen osia koskevia tavoitteita, kuten esim. kokonaisenergiankulutusta, tulee voida esittää vaatimusmallissa. Tiloille asetettuja vaatimuksia ja tilaohjelmaa tulee pystyä vertaamaan suunnitelmaan, joten se tulee ylläpitää sähköisessä muodossa. (RT 10-11066, 6.)

Vaatimusten muuttuminen suunnittelun edetessä on tavallista. Ajantasaisten ja päätösten mukaisten vaatimusten tulee olla projektilla koko ajan käytettävissä ja kirjattuna vaatimusdokumentaatioon. Tilaaja nimeää vastuuhenkilön, joka on vastuussa vaatimusmuutosten kirjaamisesta. Arkistointikäytäntö vaatimusdokumentaatioilla on samanlainen kuin suunnitelmamalleilla. (RT 10-11066, 6.)

Suunnittelun perusyksikkö, tila, ja sen tunnistetiedot ovat linkkejä rakennusosille. Tiloihin liitettyjen tietojen tulee siis olla systemaattisia ja tilojen tulee olla helposti tunnistettavissa hankeprosessin läpi. Tärkeimpiä tilatietoja ovat tilan nimi, tilatunniste ja tilan käyttötarkoitus. (RT 10-11066, 6.)

Toistaiseksi ei ole ollut mahdollista tuottaa määräyksiä, lakeja ja muita viranomaisohjeita sähköisessä muodossa ja linkittää niitä tietomalleihin. Se olisi kuitenkin todella hyödyllistä. Tulevaisuudessa se voi tulla mahdolliseksi, mutta se vaatii laajamittaista kehitystyötä yhteistyössä eri viranomaisten kanssa. Tietomallipohjaisessa prosessissa käytetään toistaiseksi samaa menettelytapaa kuin dokumenttipohjaisessa prosessissa. (RT 10-11066, 6.)

Hankkeen tietomallinnustavoitteet laatii hankkeen alkuvaiheessa tietomallikoordinaattori. Myös tietomallintamisen lähtötietojen saatavuuden koordinointi kuuluu hänelle. Myös pääsuunnittelija tai hankesuunnitelman laatija voi suorittaa, koordinaattorin ohella tai sen puuttuessa, tietomallitavoitteiden tarkistuksen ja tietomallinnuksen vaatiman aikavarauksen sekä tarkistaa, että tarvittavat lähtötiedot ovat kaikilla suunnittelijoilla. (RT 10-11066, 6.)

3.2 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään osa suurimmista ratkaisuksista koskien järjestelmiä, energiankulutusta ja rakennuksen ylläpidon aikaisia kuluja. (Järvinen 2011). Tässä vaiheessa on tärkeää, että saatavilla on ajantasaiset mallit kultakin suunnittelualalta. Tämä varmistetaan tallentamalla tietomallit esimerkiksi projektipankkiin sopivalla tallennusvälillä. Sopivan tallennusvälin voidaan katsoa olevan ehdotussuunnitteluvaiheessa esimerkiksi suunnittelukokousten väli. (RT 10-11066, 6.)

Suunnittelun ohjaus parhaan vaihtoehdon valitsemiseen seuraavaa vaihetta ajatellen on osa tilaajan tehtäviä tässä vaiheessa. Paras vaihtoehto valitaan yhdessä lopputalustajien kanssa. (RT 10-11066, 7.)

Olemassa oleva tilanne rakennuspaikalla ja inventointimalli saneeraushankkeissa sisältyvät tietomallivaatimuksiin. Näin siksi, että suunnittelun ja kaiken muun mallintamisen perusedellytys on olemassa olevan tilanteen mallintaminen. Erilaisten vaihtoehtojen läpikäyminen on olennaista ehdotussuunnitteluvaiheessa. Eritasoisien ratkaisujen vaihtoehtojen tutkiskelu ja vertailu mahdollistuvat aivan uudella tavalla, kun otetaan käyttöön integroidut mallit. Koordinoinnin rooli korostuu, kun vaihtoehtojen tutkiminen on osa laajempaa kokonaisuutta. (RT 10-11066, 7.)

Talotekniikassa tässä vaiheessa luodaan järjestelmämallit, joissa kuvataan tilaa vievät kanavat, johtoreitit ja pääreitit, sekä myös mahdollisesti muita talotekniikan tietomalleja. Elinkaarikustannusarvioita ja energia-analyysyjä tehdään arkkitehdin malleihin perustuen. Nämä ovat prosessin pakollisia tehtäviä ja ne voidaan sisällyttää LVI-suunnitteluun. (RT 10-11066, 7.)

Malleilla havainnollistaminen on hankkeen kannalta tärkeää, jotta voidaan luoda projektin kaikille osapuolille yhtenäinen kuva suunnitelmavaihtoehdoista. Ennalta on määriteltävä havainnollistamisen määrä ja se on projektikohtaista. Tässä vaiheessa karkeiden massamallien käyttö riittää tavallisissa projekteissa. (RT 10-11066, 7.)

Tilaajan harkinnassa on, kuinka paljon malleja ja niiden tarjoamaa informaatiota käytetään hyödyksi päätöksentekoprosessissa. Alkuperäiset vaatimukset usein

muuttuvat suunnitelmaratkaisujen myötä. Muutokset tulee kirjata vaatimusedokumentaatioon niin, että ne ovat päätösten mukaiset ja ovat saatavilla ajan tasalla olevien vaatimuksien suunnittelua varten. (RT 10-11066, 7.)

Yhteensopivuustesti eri suunnittelualojen välillä tulee järjestää, jotta voidaan todeta kaikkien koordinaatistojen ja korkojen aukoton yhteensopivuus. Tietomallikoordinaattori järjestää testin, ja sen lisäksi hänelle kuuluvia ehdotussuunnitteluvaiheen tehtäviä ovat mm. selvittää hankkeen eri vaiheiden mallitarpeet ja siitä vastaavat suunnittelijat, tietomallintamisen aikataulun päivittäminen, ja tietomallien yhteensopivuuden sekä ristiriidattomuuden tarkistaminen. (RT 10-11066, 7–8.)

3.3 Yleissuunnittelu

Ehdotusvaiheessa valittua perusratkaisua ruvetaan kehittämään luonnossuunnitteluvaiheessa. Vaatimukset päivitetään tehtyjen päätösten mukaisiksi. Suunnittelun ohjaus ja suunnitelmien hyväksyminen toteutusvaihetta varten ovat tilaajan tehtäviä tässä vaiheessa. Kaikkien suunnittelualojen mallit tulisi olla ajan tasalla sellaisessa paikassa, jossa kaikki pääsevät niihin aina käsiksi, esim. projektipankissa. (RT 10-11066, 8.)

Arkkitehti luo alustavan rakenneosamallin valitun suunnitelmavaihtoehdon pohjalta. Vähimmäisvaatimuksena luonnosvaiheen lopussa seinät tulee olla tyypitetty, kantavat rakenteet mallinnettu ja mallin tulee sisältää ovet ja ikkunat. Rakennusluvan hakemiseen käytettävät piirustukset generoidaan tästä mallista, joten sen tulee olla riittävän tarkka. (RT 10-11066, 8.)

Talotekniset tilatarpeet tulee varmistaa tietomallin avulla, myös sen vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön täytyy selvittää. Konehuoneiden, pääkanavistojen, sekä muiden järjestelmien tarvitsemat tilavaraukset tulee sisällyttää malliin. Kaikkia talotekniikan malleja pitää pystyä käyttämään suunnitelmien yhteensovittamisessa. Havainnollistamisen vaatimukset ovat samat yleissuunnitteluvaiheessa kuin ehdotussuunnitteluvaiheessa. Päätöksentekoon vaikuttavat osat voidaan tosin mallintaa tarkemminkin tarpeen vaatiessa. Alustavia tietoja tilaluokista, pinta-aloista ja ulkovaipasta hyödynnetään, kun luodaan alustava energia-analyysi. (RT 10-11066, 8.)

Pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori yhdistää tässä vaiheessa mallit, jotta voidaan aloittaa yhteistarkastelu. Kustannusarviota tehtäessä hyödynnetään arkkitehdin sekä muiden suunnittelijoiden tähän mennessä luomia malleja, sekä niistä saatuja määrätietoja. (RT 10-11066, 8.)

Tietomallikoordinaattori jatkaa samojen toimintojen tekemistä kuin edellisessäkin vaiheessa, eli ristiriidattomuuden ja yhteensopivuuden tarkistamista. Kun suunnittelu etenee, maanpinnan muotojen ja korkojen vertailu tulee mahdolliseksi. (RT 10-11066, 8–9.) Suunnitteluun liittyvät ratkaisut tulisi olla valmiita yleissuunnitteluvaiheen lopussa. Sen jälkeen suunnittelun perusteiden muuttaminen ei ole suositeltavaa. (Järvinen 2011.)

3.4 Toteutussuunnittelu

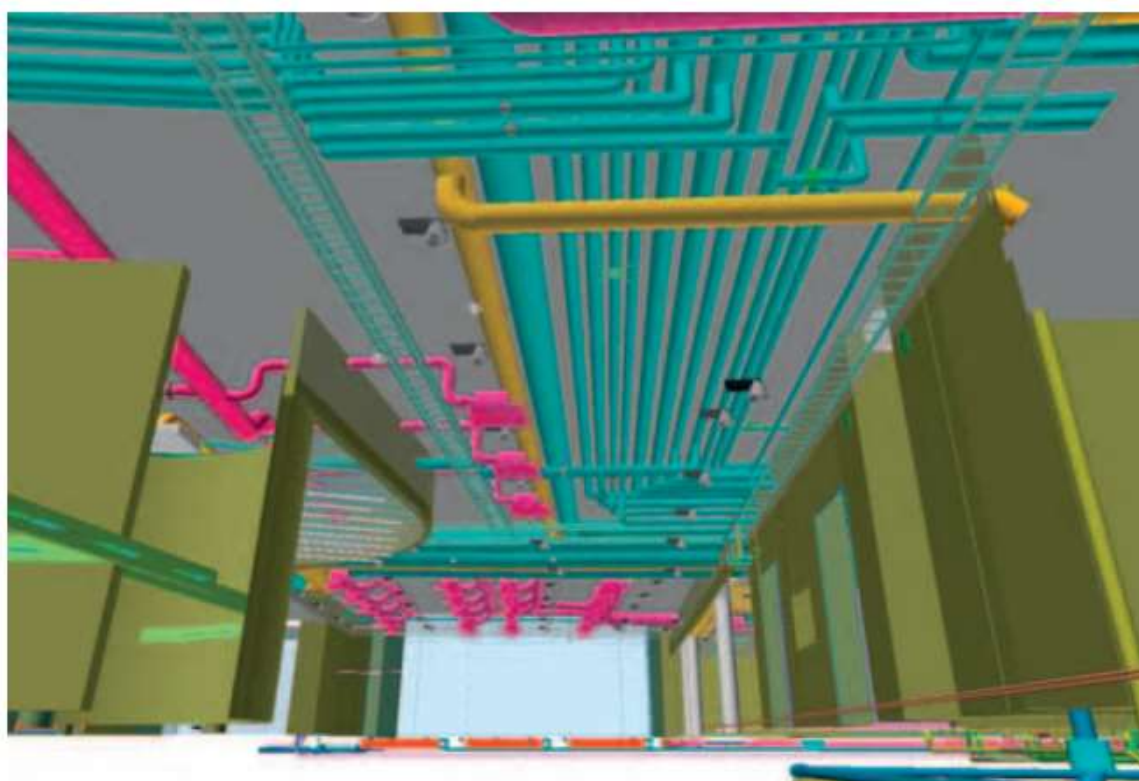
Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotettavan tiedon tarkkuustaso nousee, vaikka menettely pysyykin samana. Urakkatarjouspyynnöt edellyttävät tietyn tarkkuustason ja tässä vaiheessa suunnitelmat viimeistellään sen mukaisiksi. Malleihin lisätään yksityiskohtaiset tyyppitiedot. Tiedon liikkuvuuden merkitys on edelleen tärkeä, joten ajantasaiset mallit kaikilta suunnittelualoilta tulee olla saatavilla. Mallit tallennetaan esim. projektipankkiin ja toteutusvaiheen tallennusväli tulisi olla noin 1 viikko. (RT 10-11066, 9.)

Tilaaaja ohjaa suunnittelua ja hyväksyy suunnitelmat. Toteutussuunnitteluvaiheen lopussa tilaaaja hyväksyy toteutussuunnitelmat, joiden avulla siirrytään urakkatarjouskyselyihin ja hankkeen valmisteluvaiheeseen. Suunnitelmat täydentyvät toteutuksen aikana, ja tällöin myös tietomallit päivitetään muutosten mukaisiksi. (RT 10-11066, 9.)

Arkkitehdin malli toimii pohjana kaikkien muiden suunnittelualojen malleille. Sen tulee olla toteutusvaiheen lopussa rakennusosamalli, joka sisältää rakennusosat toteutusmuodossa. Sitä ja muiden suunnittelijoiden malleja tulee voida käyttää suunnitelmien yhteensovittamisessa ja määrälaskennassa. LVI- ja sähkösuunnittelu keskittyvät toteutussuunnitteluvaiheessa järjestelmämallin mallinnukseen. (RT 10-11066, 9.)

Havainnollistamisen laatu ja määrä riippuvat sopimuksesta ja tarjouspyynnöstä hankekohtaisesti. Havainnollistamisen toteutukseen joudutaan usein tekemään lisätoita, vaikka tietomallit sisältävät jo suurimman osan tarvittavista lähtötiedoista. Havainnollistaminen on päätöksenteon työkalu, joten sen tietosisältö on hankekohtaista ja sen sisältämän tiedon määrä sekä laatu on vaikea arvioida etukäteen, ainakaan kokonaan. Havainnollistamismalli on toteutussuunnitteluvaiheessa korkealaatuisempi, koska siihen tarvittavat lähtötiedot sisältävä malli on aikaisempaa tarkempi, ja näin ollen sitä voidaan käyttää aiempaa paremmin. (RT 10-11066, 9.)

Eri suunnittelualojen mallit yhdistetään ja tämän tekee yleensä tietomallikoordinaattori tai vastaava henkilö. Tarkastelun alla ovat tässä vaiheessa mm. TATE-järjestelmien törmäykset, sekä reikä- ja varaussuunnittelu (Kuvio 2). Määräluetteloita ja niihin perustuvia kustannusarvioita tuotetaan tarkistetuista tietomalleista, ja niitä hyödynnetään mm. urakkatarjousvaiheessa. Lopulliset elinkaarikustannuslaskelmat ja energia-analyysit tehdään pohjautuen tarkentuneisiin suunnitelmatietoihin. Näitä voidaan verrata käytön aikana toteutuneisiin lukuihin. (RT 10-11066, 9–10.)



Kuvio 2. Esimerkki putkimatosta, jossa jakojohdot lähtevät oikeaoppisesti rungosta, ohittaen muut putket. (RT 10-11069, 11.)

Tilaaja painottaa usein toteutussuunnitteluvaiheessa työmaavirheiden etukäteistä eliminointia. Pääsuunnittelijan tulee varmistaa, että suunnitelmat ovat rakennettavissa ja että ne eivät sisällä ristiriitoja. Pääsuunnittelija tekee tämän tietomallikoordinaattorin tukemana. Koordinaattorin muihin tehtäviin kuuluu päivittää aikataulut ja tavoitteet mallintamista koskien, varmistaa että ajankohtaiset tietomallit on luotu valmiiksi sekä niiden ristiriidattomuuden ja yhteensopivuuden varmistaminen. (RT 10-11066, 10.)

Tarjousten tekijöille luovutetaan kaikki urakkalaskentaa helpottavat visualisoinnit, tietomallit, määräluettelot sekä muut dokumentit. Nämä tiedot ovat tarjouspyynnössä ja tarjousten tulee pohjautua niihin. Näitä tietoja käyttämällä urakoitsijat voivat paremmin tutustua rakennuspaikkaan ja suunnitelmiin. (RT 10-11066, 10.)

3.5 Toteutus

Tietomalleja käytetään urakoinnissa paljon niiden visualisointiominaisuuksien vuoksi. Niitä käytetään kohteeseen ja rakenteisiin perehtymiseen ja työjärjestyksen laatimiseen. Määrälaskenta, joka pohjautuu malliin ja raporttipohjiin, nopeuttaa työtä ja poistaa turhia, päällekkäisiä töitä. Tulevaisuudessa samoja laskelmia voidaan käyttää myös aineistona alihankintatarjouspyyntöihin. Tietomallipohjaista aikataulua voidaan käyttää esim. täydentävän suunnittelujärjestyksen ohjaukseen. Toteumatietojen, joita kirjataan sovituin aikavälein, on tarkoitus dokumentoida ja havainnollistaa töiden etenemistä. Tietomallia voidaan hyödyntää, kun urakoitsijat ja suunnittelijat käyvät läpi mm. eri alojen spesifejä asennusjärjestyksiä, ja aikatauluja työmaalla. Tietomalli on usein selkeämpi kuin perinteinen 2D-piirustus. Työmaakouksissa on hyvä katsoa tietomallia yhdessä ja keskustella toteutusmenetelmistä ja rakentamisen haasteista mallin avulla. (RT 10-11066, 10.)

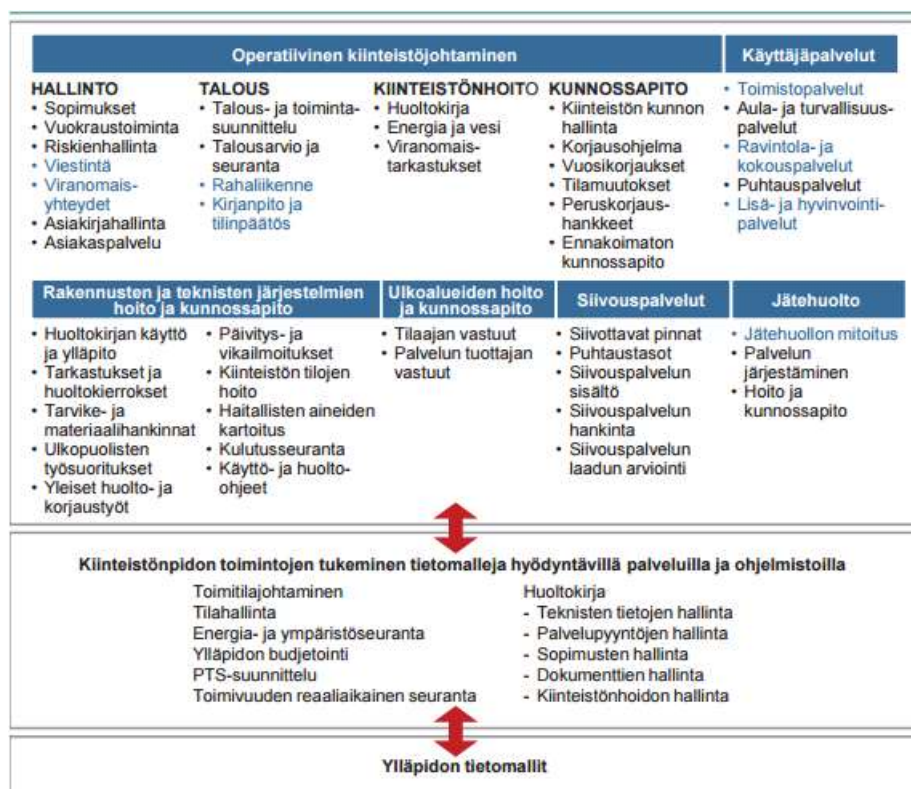
3.6 Luovutus

Luovutusvaiheessa oleelliset asiat ovat toteutumamallien ja huoltokirjan tuottaminen. Muutokset, joita on tehty rakentamisen aikana, tulee viedä malleihin, ja toteutuneen rakennuksen ja siitä tehdyn tietomallin tulee vastata toisiaan. Mallipohjaisia huoltokirjoja ei vielä useinkaan vaadita ja niiden kehitys on vielä vaiheessa. Tietomallit, joita on projektissa vaadittu, on täydennettävä niin, että ne vastaavat valmistunutta rakennusta (as-built). (RT 10-11066, 10.)

3.7 Käyttö ja ylläpito

Käytössä ja ylläpidossa tietomallien käyttö on uusi asia eikä se ole vielä vakiintunut. Sama pätee aiheeseen liittyviin menettelyihin ja käsitteisiin. Tässä osiossa läpikäytävät asiat eivät näin ollen ole vaatimuksia, vaan enemmänkin mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. (RT 10-11077, 1.)

Ylläpidon tiedonsiirrossa IFC-standardi on yleistymässä. Avoin tiedonsiirto mahdollistaa sovellusvaihtoehtojen kilpailuttamisen ja toimittajariippuvuus vähenee. Strategiset tavoitteet, sekä kustannus- ja hyötynäkökulmat ohjaavat tietotekniikan investointeja. Tietomallin käyttö helpottaa elinkaarivaikutusten ja ylläpidon kustannuksien hallintaa, kun voidaan tehdä simulaatioita kiinteistöön vaikuttavista muuttujista. Tietomallivaatimukset tulisi asettaa ja dokumentoida jo rakennushankkeen alkuvaiheessa niin, että ne palvelevat käytön ja ylläpidon tiedonhallinnan tavoitteita. Tavoitteiden asettamisen jälkeen prosessi kulkee suunnitteluun, rakentamiseen, ja toteutumamallien siirtämiseen kiinteistölle ja siitä taas ylläpidon hallintaan ja mallien täydennyksiin ja päivityksiin käytönaikaisten muutosten mukaan. Eniten hyötyä tietomallipohjaisesta ylläpidosta saadaan, kun rakennuksen tietoja käytetään tehokkaasti kiinteistön kaikissa vaiheissa, olettaen että mallin tietosisällöt ovat riittävät ylläpidon tarpeisiin, ja mallit siirretään ajantasaisina. (RT 10-11077, 1–4.) Kuviossa 3 on esitetty toimialueita ja toimintoja, joita voidaan helpottaa ja tukea tietomallipohjaisten ohjelmistojen avulla. Kuviosta voidaan huomata että tietomalli vaikuttaa lähes kaikkiin kiinteistöhuollon ja -ylläpidon alueisiin.



Kuvio 3. Kiinteistönpidon toimialueet ja esimerkkejä toiminnoista, joita voidaan potentiaalisesti tukea tietomallipohjaisten ohjelmistojen avulla (musta teksti). (RT 10-11077, 3.)

4 TALOTEKNINEN TIETOMALLI

4.1 Käytettävät ohjelmistot

IFC 2x3 sertifioidut ohjelmat ovat yleisesti sallittuja julkisissa hankkeissa. Kuitenkin hankkeesta riippuen voidaan määrätä erityisvaatimuksia käytettävälle IFC-versiolle tai erikoisominaisuuksille. Tarjouksissa on mainittava mallinnusohjelman tukema IFC-versio sekä sitä koskevat tiedot ja versiot, joita käytetään. (RT 10-11066, 2.)

4.1.1 MagiCAD

MagiCAD for AutoCAD on talotekniikan tietomallisuunnitteluun tarkoitettu ohjelma (Progman 2016). Se on saanut IFC 2x3 CV 2.0 MEP Export -sertifikaatin, joka kattaa kaikki talotekniikkasuunnittelun osa-alueet. Tämä mahdollistaa tehokkaan 3D-tietomallien tiedonsiirron kaikkien osapuolien välillä. (Buildingsmart Finland 2016.)

4.1.2 Solibri Model Checker

Solibri model checker on työkalu laadunvarmistukseen. Se helpottaa heikkouksien ja vikojen löytämistä. Sillä voidaan myös tehdä monenlaisia tarkastuksia ja analyyskejä, ja se pystyy näyttämään ongelmakohdat 3D-näkymässä, ja niistä pystyy tekemään raportin. Suunnittelijan malleja voidaan Solibrin avulla tarkastella esimerkiksi työmaalla, ja siihen voidaan tehdä merkintöjä ja muistiinpanoja esimerkiksi muutoksia varten. (Solibri Oy, 2014, 1.)

4.1.3 Navisworks Manage

Navisworks Manage -ohjelman avulla yhdistetään eri osapuolien mallit yhdeksi malliksi, ts. luodaan yhdistelmämalli. 3D-tietoa voi tuoda malliin useista eri ohjelmistoista. (Autodesk 2016.)

4.2 Taloteknisen tietomallin tietosisältö

Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelu keskittyy antamaan muille suunnittelualoille tarpeeksi tietoa ARK- ja RAK-mallien luomiseksi. Esimerkiksi olosuhde- ja energiasimulointien tekeminen on tällaista työtä. Kokonaisvaltaisia järjestelmämalleja ei luoda, vaan kiinnitetään huomio TATE-tilavarauksiin, palvelualuekaavoihin, sekä järjestelmävalintoihin. Ehdotussuunnitteluvaiheessa luodaan vaihtoehtoratkaisuja olemassa olevan TATE-suunnittelun tehtäväluettelon mukaisesti. Tarkoituksen mukainen tietomallinnuksen laajuus sovitaan suunnittelutarjouspyynnössä tai projektissa. Toteutussuunnitteluvaiheessa luodaan järjestelmämallit, joka kattaa koko rakennuksen. (RT 10-11069, 2–3.)

Tietomalliselostus (kuvio 4) on dokumentti, johon kukin suunnittelualan edustaja kirjaa mallinnetut objektit, niiden tietosisällön ja geometrinen tarkkuuden, sekä mihin tarkoitukseen malli on julkaistu. (RT 10-11069, 3.) Muut suunnittelijat ja osapuolet pystyvät katsomaan tietomalliselostuksesta mallin valmiusasteen, mallin yleisen rakenteen ja rakennusosien nimeämiskäytännöt. Aina kun malli julkaistaan muiden osapuolien käyttöön, tulee tietomalliselostus päivittää, mallin tarkoituksesta riippumatta. (RT 10-11066, 3) Suunnittelu pitää sitä yllä yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheen sekä rakentamisen aikana. Tietomalliselostukseen tulee merkitä ohjelmistot ja niiden versiot, joita on käytetty tietomallien luomiseen. (RT 10-11069, 3.)

Tietomalliselostus TATE	
Havainnollistuskuva kohteesta	
Suunnittelukohde	
Suunnitteluvaihe	
Tietomalliselostuksen päiväys	
Muutospäiväys	
Yritys	
Tietomalliyhteyshenkilö	
Yhteyshenkilön sähköpostiosoite	
Yhteyshenkilön puhelinnumero	
Kohteen vastuullinen suunnittelija	
Kohteen projektipäällikkö	
Käytettävät ohjelmistot	
Lisätietoja, huomioita yms.	

Kuvio 4. Ehdotus tietomalliselostuksen sisällöstä (RT 10-11069, 27.)

Kaikki tietomallien siirto tapahtuu IFC-tiedostojen kautta. Kaikki tarvittavat tiedostot, joihin natiivimallissa on viitattu, tulee toimittaa alkuperäismallin mukana, kun malli julkaistaan. (RT 10-11069, 3.)

4.3 PTS

PTS eli pitkän tähtäimen suunnitelma on työkalu, jolla ennakoidaan tulevia korjauksia ja niiden kustannuksia. Pitkän tähtäimen suunnitelman tulee pohjautua säännöllisiin kuntoarvioihin, kiinteistön hallittuun huoltoon ja ylläpitoon. (Talokeskus.) Yhdessä PTS ja kuntoarvio luovat kuvan kiinteistön kunnosta, tämänhetkisistä ja tulevista korjaustarpeista, niiden ajankohdista ja hinnoista. Niiden pohjalta voidaan ennakoida korjaustöitä ja tehdä kaikki korjauksiin liittyvät valmistelevat asiat kunnolla valmiiksi ennen korjaustöiden aloittamista. (Taloyhtiöt.net.)

4.4 Talotekninen inventointimalli

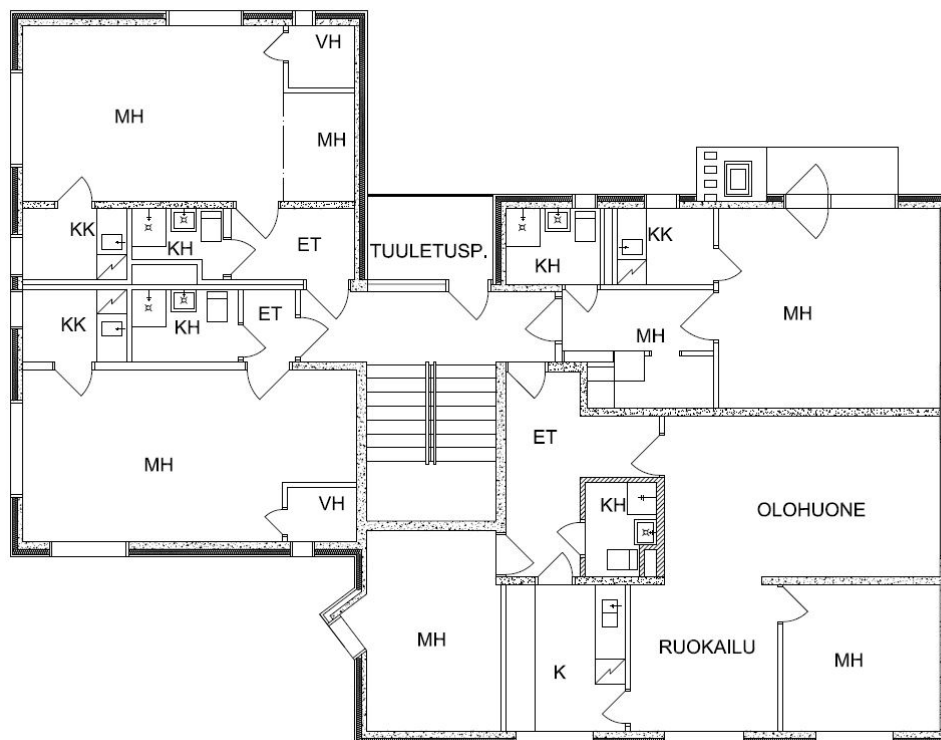
Inventointimalli tuotetaan jo olemassa olevasta rakennuksesta. Se perustuu alkupe-
räisiin suunnitelmiin, sekä muihin paikan päällä tehtyihin selvityksiin ja mittauksiin.
Inventointimallia käytetään lähtötietona korjaushankkeiden suunnittelussa. Tieto-
pohjaisia sovelluksia käytettäessä ne voivat toimia myös ohjelmistojen tilamalleina.
Kun inventointimalli hankitaan ylläpidon ohjelmiston hankinnan yhteydessä, sitä voi-
daan käyttää myös tulevilla korjausrakennushankkeissa. (RT 10-11077, 8.)

5 TALOTEKNISEN TIETOMALLIN LUOMINEN KIINTEISTÖN YLLÄPITOJA VARTEN

Kohteen tietomallin luominen aloitettiin selvittämällä mahdollisimman paljon perustietoja rakennuksesta ja siihen tehdyistä korjaus- ja ylläpitotoista. Luomani tietomallin on tarkoitus havainnollistaa LVI-järjestelmiä, nopeuttaa määrälaskentaa, ja helpottaa ylläpidon kulujen suunnittelua ja kuluhallintaa. Tavoitteena on myös helpottaa tiedonsiirtoa ja tulevien saneerauksien suunnittelua digitalisoimalla olemassa olevat rakennukseen liittyvät suunnitelmat, kaaviot ja tiedot. Liitteessä 1 on ajantasainen asemakaava kohteesta ja sen ympäristöstä.

5.1 ARK-suunnitelmien digitalisointi

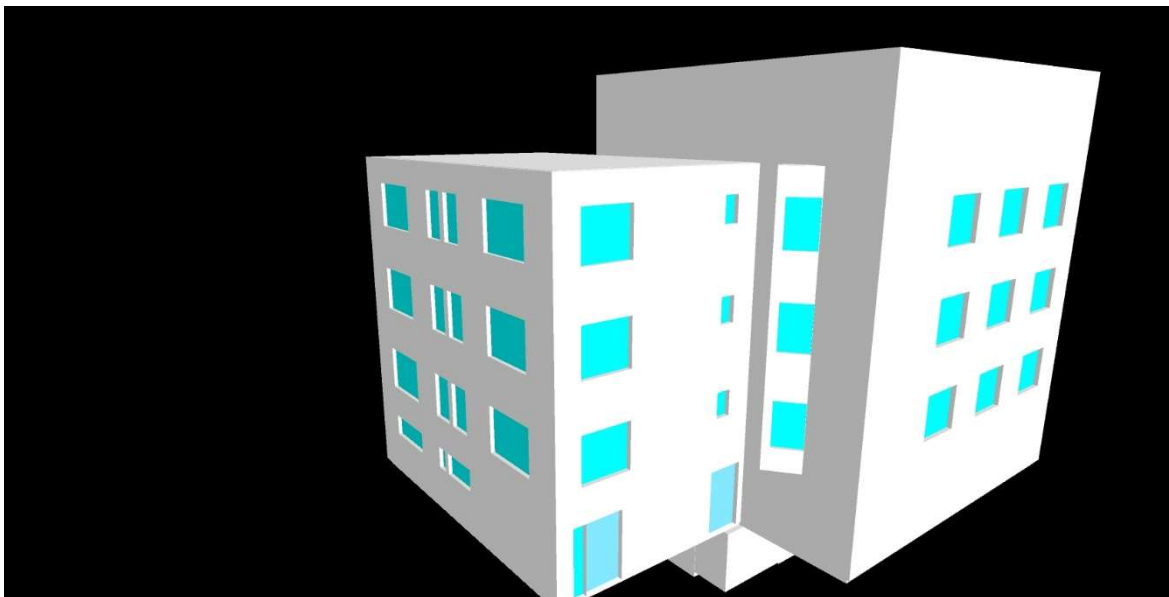
Kohteen tietomallin tuottaminen aloitettiin selvittämällä alkuperäisten, vuonna 1960, tuotettujen arkkitehtisuunnitelmien tarkkuus. Todettiin, että suunnitelmat ovat hyvin suurpiirteisiä ja näin ollen sähköiseen muotoon muutetut ARK-kuvat ovat myös tarkkuudeltaan suuntaa-antavia. Tarkentavien mittausten ja keilausten tekeminen päätettiin jättää tekemättä resurssien puutteen takia. Todettiin myös, että arkkitehtisuunnitelmien mittatarkkuudella ei ole suurta merkitystä LVI-tietomallin luomisen kannalta, koska rakennus on jo olemassa, ja 3D-tietomallia käytetään lähinnä havainnollistamaan järjestelmiä ja putkireittejä sekä osamääriä. ARK-kuvista tuli selkeitä ja käyttötarkoitukseensa riittävän tarkkoja, kuten alla olevasta kuviosta 5 voi todeta.



Kuvio 5. Ensimmäisen kerroksen ARK-kuva.

5.2 RAK-tietomalli

Rakennuksen seinä-, välipohja- ja kattorakenteista on tarjolla vain suuntaa-antavia tietoja. Näin ollen rakenteet on mallinnettu suuntaa-antavasti käyttäen MagiCAD Room -ohjelmaa. Energia-analyysien tekeminen ei onnistu, koska U-arvotietoja ei ole saatavilla lainkaan. Jos U-arvotiedot rakenteista saadaan myöhemmin, ne voidaan täydentää tietomalliin jälkeinpäin ja tämä mahdollistaisi energia-analyysien tekemisen. Malli on muuten käyttökelpoinen energiankulutuksen arviointiin ja energiaselvitysten tekemiseen. Kuviosta 6 huomataan, että malli on omiaan havainnollistamaan talon muotoja ja massoja kenelle tahansa, vaikka taloa ei olisi aikaisemmin nähnytäkään.



Kuvio 6. Rakennuksen MagiCAD ROOM malli.

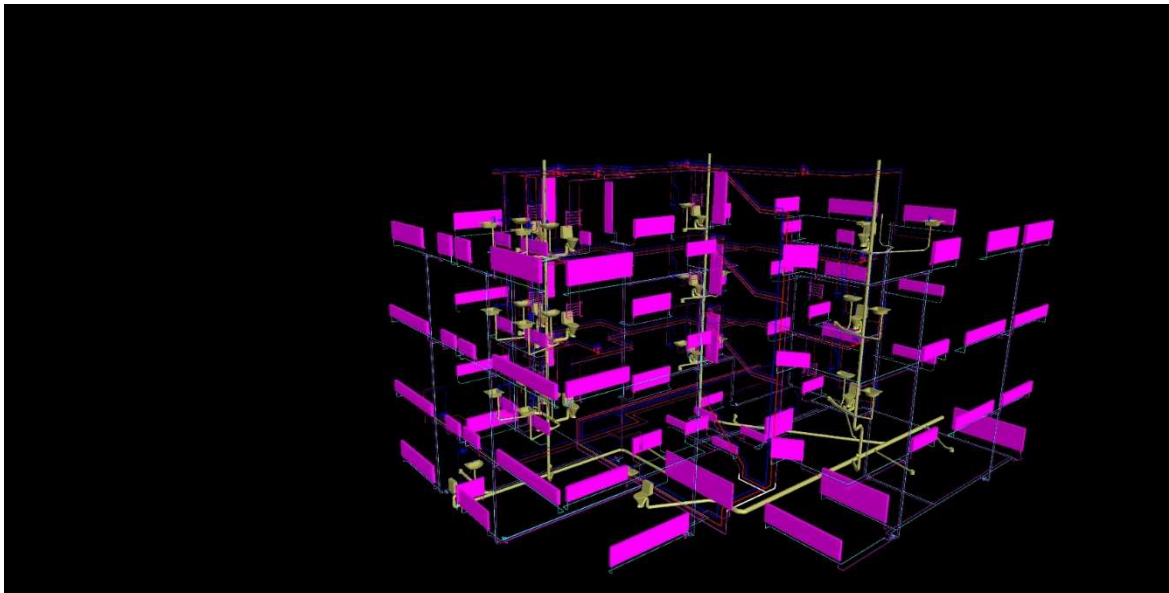
5.3 Taloteknisen inventointimallin luominen

Taloteknisen tietomallin luomiseen on käytetty MagiCAD for AutoCAD, Solibri Model Viewer, ja Navisworks Manage -ohjelmistoja. Käyttäen olemassa olevia LVI-suunnitelmia ja paikanpäältä otettuja kuvia (Liite 2), on luotu havainnollistava malli (Liite 3), jonka avulla voidaan tarkastella LVI-järjestelmiä sellaisina kuin ne on rakennettu (as-built).

Mallin luomisessa ongelmalliseksi osoittautui lämmitysjärjestelmän osien tietojen löytäminen ja merkitseminen, sillä 1960-luvulla käytettyjä osia ei löydy MagiCAD:n kirjastosta. Niiden paikalla on käytetty vastaavatyyppejä osia. Esimerkiksi tietoja radiaattoreiden tehoista tai virtauksista ei ollut saatavilla, mikä vaikeutti huomattavasti vastaavien osien löytämistä. Ongelmia aiheutti myös vanhoista LVI-piirustuksista ilmenneet ristiriitaiset tiedot, esimerkiksi nousujen sijainneista.

Kuten kuviosta 7 huomataan, IFC-malli havainnollistaa oivallisesti järjestelmien reittejä, ratkaisuja ja niiden ristiriidattomuutta. Liitteestä 4 voidaan huomata, miten yhdistelmämalli antaa paljon enemmän tietoa rakennuksesta, kuin ainoa kohteesta alun perin olemassa oleva leikkauskuva. Myös leikkausten luominen muista halutuista kohdista rakennusta on todella vaivatonta ja nopeaa (Liite 5). Perinteisessä

dokumenttipohjaisessa projektissa saman leikkauksen luominen uudesta kohdasta vaatisi paljon enemmän työtä ja aikaa.



Kuvio 7. KVV ja LV-järjestelmien IFC-mallit yhdistettynä samaan malliin.

5.4 PTS-ehdotuksen laatiminen

Kohteeseen on tehty 12.12.2014 LV-kuntotutkimus, jonka pohjalta suuri osa PTS:aa on laadittu. Taloyhtiö on jo ottanut askeleita viemärijärjestelmässä ilmenneiden kulumien korjaamiseksi. PTS-ehdotuksen laatimisessa käytettiin apuna myös kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotaksot -ohjetta (LVI 01-10424), sekä käyttöikälaskinta (LVI 30038), joka nähdään kuviossa 8.

PTS-ehdotusta laadittaessa tuli ilmi, että lämmitysverkoston linjasäätö- ja sulkuventtiilit ovat alkuperäisiä, ja siten olleet käytössä kauan yli ylläpitoikänsä. Niissä oli kuntotutkimuksen mukaan havaittu vuotoja, mutta niiden uusimiseen ei otettu kantaa. Alkuperäisissä linjasäätöventtiileissä ei myöskään ole mahdollisuutta virtauksen mittaamiseen, mikä on ongelmallista, kun tehdään lämmitysverkon perussäätöä. Ne tulisi vaihtaa mielellään mahdollisimman pian. Kuten liitteessä 6 on mainittu, voi on-

gelmaksi kuitenkin osoittautua putkissa käytettyjen eristeiden purkaminen, sillä niiden pinnoituksessa on todennäköisesti käytetty asbestia ja sen purkaminen vaatii asianmukaiset selvitykset ja kustannusarviot alan asiantuntijoilta.

© RAKENNUSTIETO

LVI

KÄYTTÖIKÄLASKIN
KIINTEISTÖN RAKENNUSOSILLE JA TALOTEKNIIKALLE

Lue ensin käyttöohjeet. Tallenna sitten taulukko koneellesi ja muokkaa se kiinteistösi sopivaksi. Lukittujen solujen suojaus saa auki salasanalla rati.

Värikoodit - hyvä - välttävä - huono	  	Toimenpiteet - hyvä: ei toimenpiteitä - välttävä: uusiminen PTS:ään - huono: uusiminen ajankohtaista	Vuosi 2017 Tänään on 20.4.2017 16:06 Rakennusvuosi 1961
--	---	--	--

PERUSTIEDOT

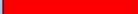
Kiinteistö	Taipalsaarentie 7
Osoite	Taipalsaarentie 7, 53900, Lappeenranta
Laatija	Simo Suurkuikka
Päivämäärä	20.4.2017

Laite tai järjestelmä

Asennus- vuosi	Arvioitu käyttöikä v	Jäijellä olevat käyttövuodet v	Kunto	Huomautuksia
-------------------	----------------------------	--------------------------------------	-------	--------------

TALOTEKNIikka

Lämmitysjärjestelmät

Levylämmönsiirtimet	1961	20	-36		Kuntotutkimuksen mukaan lämmitysjärjestelmät putki- ja patteriosat ovat hyvässä kunnossa ja niiden vaihtamiselle ei ole syytä tällä hetkellä. Suljetussa hapettomassa järjestelmässä korrosio on hyvin pientä, ja putki- ja patteriosien käyttöikä on jopa 70 vuotta. Käytännössä käyttöiän ylärajaa ei tiedetä. Korjaustarve tulee arvioida uudelleen seuraavassa kuntotutkimuksessa.
Pumput	2007	20	10		
Linjasäätöventtiilit	1961	30	-26		
Linjasulkuventtiilit	1961	30	-26		
Patteriventtiilit	2007	20	10		
Moottoriventtiilin runko	2007	20	10		
Moottoriventtiilin toimilaite	2007	15	5		
Putkistovarusteet (lämpömittarit, lianerottimet jne.)	2007	20	10		
Vesi- ja viemärijärjestelmät					
Pumput	2007	25	15		
Linjasäätöventtiilit	2007	30	20		
Sulkuventtiilit	2007	30	20		
Moottoriventtiilit, runko	2007	20	10		
Moottoriventtiilit, toimilaite	2007	15	5		
Asuntokohtaiset vesimittarit	2007	20	10		
Kupariputket	2007	45	35		
Pienpuhdistamot	1961	50	-6		
Sadevesikaivot, muoviset	1961	50	-6		
Jätevesiviemärit, betoniputket	1961	25	-31		
Jätevesiviemärit, valurauta	1961	50	-6		
Sekoittajat, kaksiote	2007	25	15		
Sekoittajat, yksiote	2007	20	10		
Sekoittajat, termostaatti	2007	15	5		
Lattiakaivot	1961	50	-6		
WC-laitteet	2007	50	40		

Kuvio 8. Kohteen käyttöikälaskin.

5.5 PTS-ehdotus

PTS-ehdotus kattaa LVI-järjestelmien todennäköisiä korjaus- ja toimenpidetarpeita seuraavan kahdenkymmenen vuoden ajalle. PTS-ehdotukseen (Liite 6) on laskettu

karkeita arvioita korjausten ja toimenpiteiden hinnoista perustuen nykyiseen valtakunnalliseen hintatasoon. PTS-ehdotusta voidaan käyttää suuntaa-antavaan kustannussuunnitteluun ja korjaustoimenpiteiden aikatauluttamiseen. Tulevaisuudessa PTS:aa tarkasteltaessa on otettava huomioon, että hintatasot voivat nousta tai jopa laskea tulevina vuosina. Taulukossa olevia summia ei voi sellaisenaan käyttää yksittäisen toimenpiteen kuluarviossa, vaan jokaisen korjauksen ja toimenpiteen suunnittelussa tulee tehdä tarkempi selvitys tapauskohtaisesti. Tulee myös ottaa huomioon, että käyttöiät ovat keskimääräisiä käyttöikiä ja järjestelmä tulee tarkastaa tasaisin väliajoin, koska järjestelmän osat voivat syystä tai toisesta kulua tai rikkoutua odotettua nopeammin.

PTS-ehdotus antaa hyvät valmiudet kiinteistön talotekniikan pitkäjänteiselle päätöksenteolle. Selkeästä taulukosta on helppo todeta korjaustarpeet, niiden ajankohdat ja arvioidut kulut. Näiden tietojen perusteella taloyhtiö pystyy suunnittelemaan kuluja ja kustannuksia huomattavasti lähtötilannetta paremmin. Korjaus- ja huoltotarpeita ei enää tehdä ongelmien ilmetessä, vaan kuluerät ovat ennakoituja ja kiinteistön ylläpito on suunniteltua.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on puhuttu paljon suunnittelusta ennen rakentamisen alkamista ja sen aikana, vaatimuksia ja vakiintuneita käytäntöjä on näihin vaiheisiin jo verrattain paljon. Rakennuksen toteutusvaiheen jälkeinen tietomallien käyttö tai tietomallin luominen olemassa olevasta rakennuksesta ovat enemmänkin harmaata aluetta, johon YTV antaa lähinnä mahdollisuuksia ja ideoita. Työssä on tutkittu tätä harmaata aluetta teoriassa ja käytännössä. Koska rakennuksen valmistuksen jälkeinen tietomallien käyttö sijoittuu suurelta osin LVI-tekniikan alueelle oli tämä hyvä tutkimuksen aihe alan opiskelijan päättötyöhön.

Tietomallien hyödyntäminen pienkerrostalojen käytön ja ylläpidon aikana on nykyhetkellä olematonta. Nykyisillä ohjelmilla, automaatoratkaisuilla ja teknologialla ei useinkaan pystytä kustannustehokkaasti luomaan mallipohjaista ratkaisua vanhaan pienkerrostalo-kohteeseen. Jotta tämä olisi mahdollista, teknologian tulee kehittyä ja kustannusten laskea.

Tulevaisuudessa kiinteistönhuoltoyhtiöillä voi olla käytössään kiinteistönhallintaohjelmia, joita käytetään massatuotantomaisesti kaikissa heidän hallinnoimissaan kohteissa. Näissä kiinteistöhallintaohjelmissa tulee todennäköisesti olemaan tekoäly, joka optimoi ja ennakoii talon energiankulutusta, sisäolosuhteita ja muita haluttuja muuttujia. Ei ole todennäköistä, että vanhoja taloja aletaan modernisoimaan tätä varten. Koska vanhoissa taloissa on yleisesti ottaen todella vähän rakennusautomaatiota, tulisi toimivan automaatiojärjestelmän asentaminen luultavasti liian kalliiksi suhteessa mahdollisiin hyötyihin. Nähtäväksi jää, miten nykyhetkenä luodut mallit toimivat esimerkiksi 10 vuoden päästä. Ohjelmat kehittyvät koko ajan, päivityksiä tulee kiihtyvää tahtia ja päivityksissä ei aina osata ottaa huomioon taaksepäin yhteensopivuuden vaatimuksia. IFC- ja COBie-standardien tavoitteena on tämän ongelman minimointi, mutta se, kuinka asia otetaan huomioon tulevaisuudessa, ei ole varmaa. Esimerkkinä voidaan käyttää Excel-tiedostoa, joka on laadittu vuonna 1997. Se toimii yleensä nykyohjelmilla, mutta käyttö ei välttämättä ole sujuvaa ja mitä monimutkaisempi taulukko on, sitä todennäköisempää toimimattomuus on.

Pienten ja keskisuurten asuinrakennusten kiinteistöhallintaohjelmien käytön kehitys alkaa todennäköisesti uusista kohteista, joissa tietomallipohjainen suunnittelu ja toteuttaminen ovat olleet mukana alusta asti. Näissä kohteissa myös automaatio ja energiatehokkuus ovat olleet aivan toisella tavalla etusijalla koko ajan tiukkenevien määräysten vuoksi. On todennäköistä, että kehittyä tietynlainen standardimalli tai useampia malleja, joissa samaa tai samankaltaista ohjelmaa hyödynnetään massatuotantomaisesti esimerkiksi saman kiinteistöhuoltoyhtiön kaikissa tietyn kokoluokan kohteissa. Tällä hetkellä tietomallin luominen olemassa olevasta pienkerrostalokohteesta ei ole kustannustehokasta. Se kuitenkin helpottaa kohteen käyttöä, huoltotoimenpiteitä ja tulevia saneerauksia antamalla määrälaskentatietoja, havainnollistamalla järjestelmiä, ennakoimalla korjaustarpeita sekä kokoamalla kaiken rakennuksesta olemassa olevan tiedon yhteen ja helposti siirrettävään ja jaettavaan paikkaan.

LÄHTEET

- Autodesk. 16.5.2016. Complex datasets. [Verkkajulkaisu]. Autodesk [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <https://knowledge.autodesk.com/support/navisworks-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Navisworks-Manage/files/GUID-140EA507-64F1-498E-A37D-2EF03EE74A46-htm.html>
- Buildingsmart Finland. 25.5.2016. Ensimmäinen suomalainen talotekniikkaohjelmisto saanut kaikki talotekniikkasuunnittelun osa-alueet kattavan IFC 2x3 CV 2.0 -sertifikaatin. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <https://buildingsmart.fi/ensimmainen-suomalainen-talotekniikkaohjelmisto-saanut-kaikki-talotekniikkasuunnittelun-osa-alueet-kattavan-ifc-2x3-cv-2-0-sertifikaatin/>
- Järvinen, T. 5.11.2011. Yhdistelmämallien teko talotekniikan näkökulmasta. [Blogikirjoitus]. Tietomalli–blogi [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://tietomalli.blogspot.fi/2011/02/yhdistelmamallien-teko-talotekniikan.html>
- Järvinen, T. 5.12.2016. Virtuaalinen rakennus. [Verkkajulkaisu]. Tietomalli–blogi [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://tietomalli.blogspot.fi/2016/12/virtuaalinen-rakennus.html?view=classic>
- LVI 30038. 15.04.2009. Käyttöikälaskin (Excel). Helsinki: Rakennustieto.
- LVI 01-10424. 21.01.2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Helsinki: Rakennustieto
- Progman Oy. Ei päiväystä. Welcome to MagiCAD Portal! [Verkkosivu]. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <https://portal.magicad.com>
- RT 10-11069. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 4. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 10-11067. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 2. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 10-11077. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 12. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Osa 1. Helsinki: Rakennustieto.
- Solibri Inc. Ei päiväystä. About BIM and IFC. [Verkkosivu]. Solibri Inc. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <https://www.solibri.com/support/bim-ifc/>
- Solibri Oy. 2013. Käyttöohje – Solibri Model Checker. [Verkkajulkaisu]. Solibri Oy. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://www.solibri.com/wp-content/uploads/2014/03/Kayttoohje-v9.pdf>

Talokeskus. Ei päiväystä. PTS eli pitkän tähtäimen suunnitelma antaa kokonaisku-
van kiinteistön kunnosta ja korjaustarpeista. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu
11.4.2017]. Saatavana: <http://www.talokeskus.fi/yllapitopalvelut/kunnossapito/pts/>

Taloyhtiöt.net. Ei päiväystä. Kuntoarvio ja PTS. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Taloyh-
tiöt.net. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavana: <http://www.taloyhtio.net/korjausjaremontointi/kuntoarviojpts/>

Tardiff, M. Ei päiväystä. Construction Operations Building information exchange
(COBie). [Verkkosivu]. BuildingSMART alliance. [Viitattu 12.4.2017]. Saata-
vana: https://www.nibs.org/?page=bsa_cobie

LIITTEET

Liite 1. Ajantasa-asemakaavat.

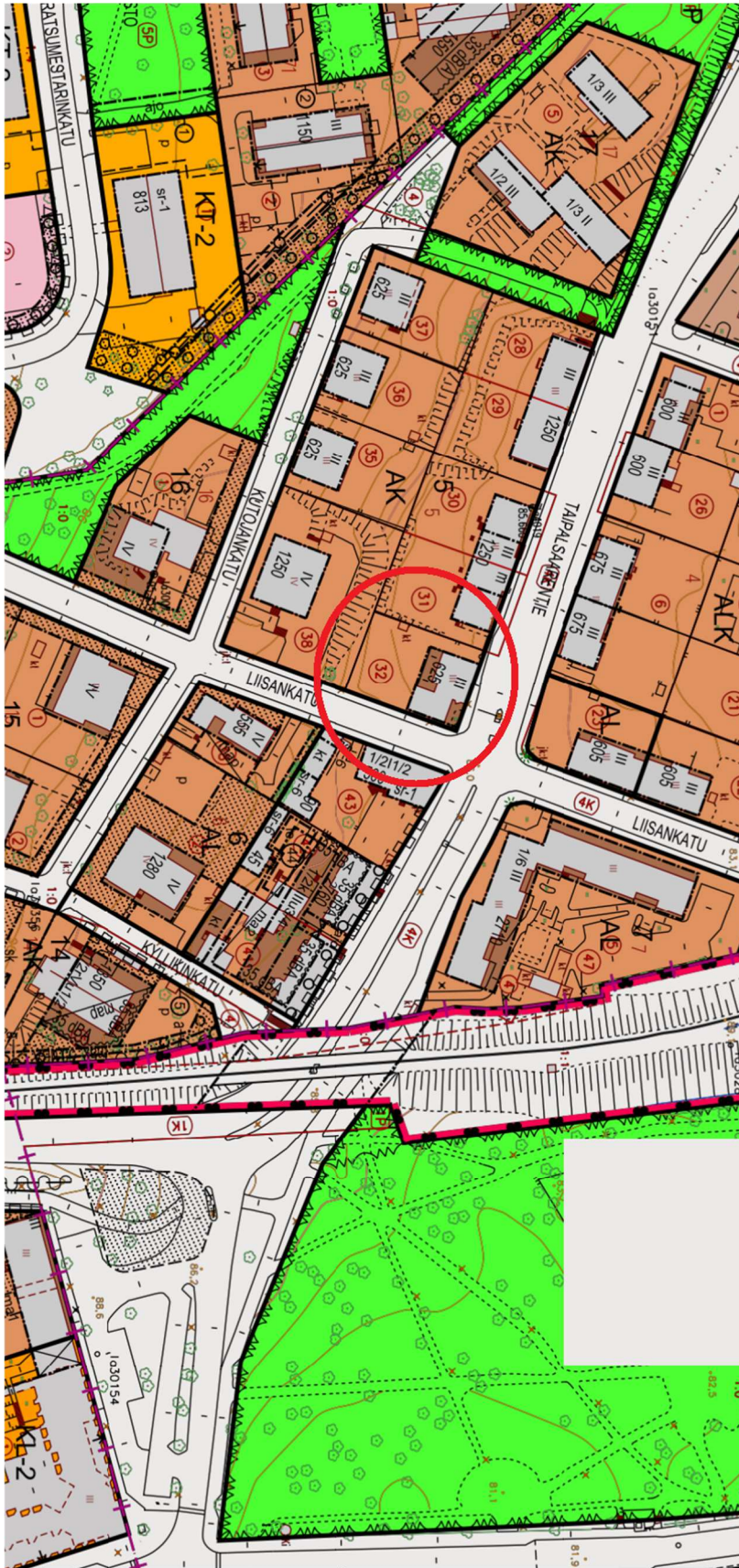
Liite 2. Kuva lämmönjakohuoneesta.

Liite 3. Käyttövesi- ja viemärijärjestelmän IFC-malli.

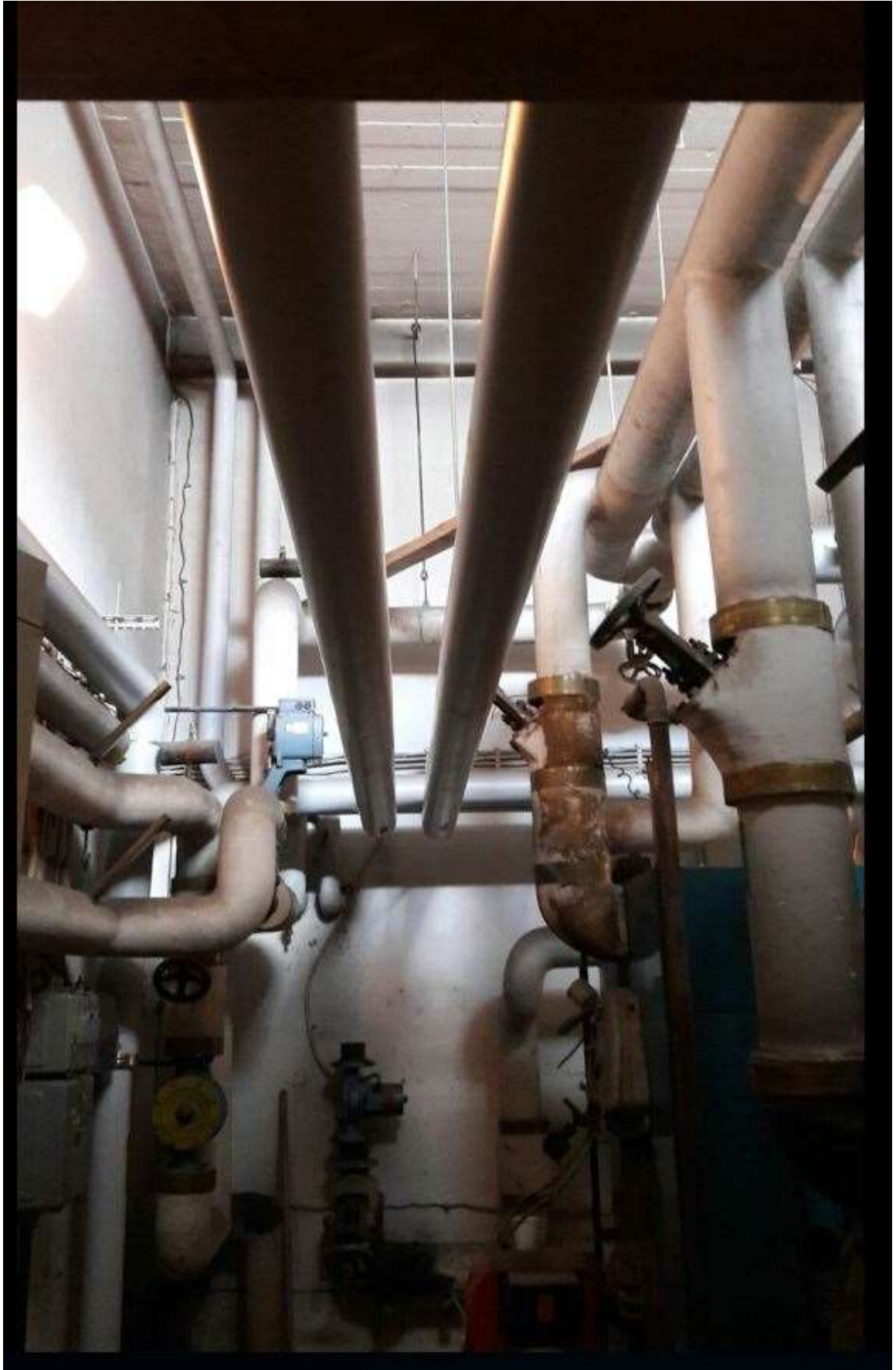
Liite 4. Vertailukuva yhdistelmämallista otetusta leikkauksesta ja vanhoista kuvista sähköiseen muotoon muutetusta leikkauskuvasta

Liite 5. Leikkaus yhdistelmämallista, jossa MagiCAD Room malli, KVV- ja LV-järjestelmien malli.

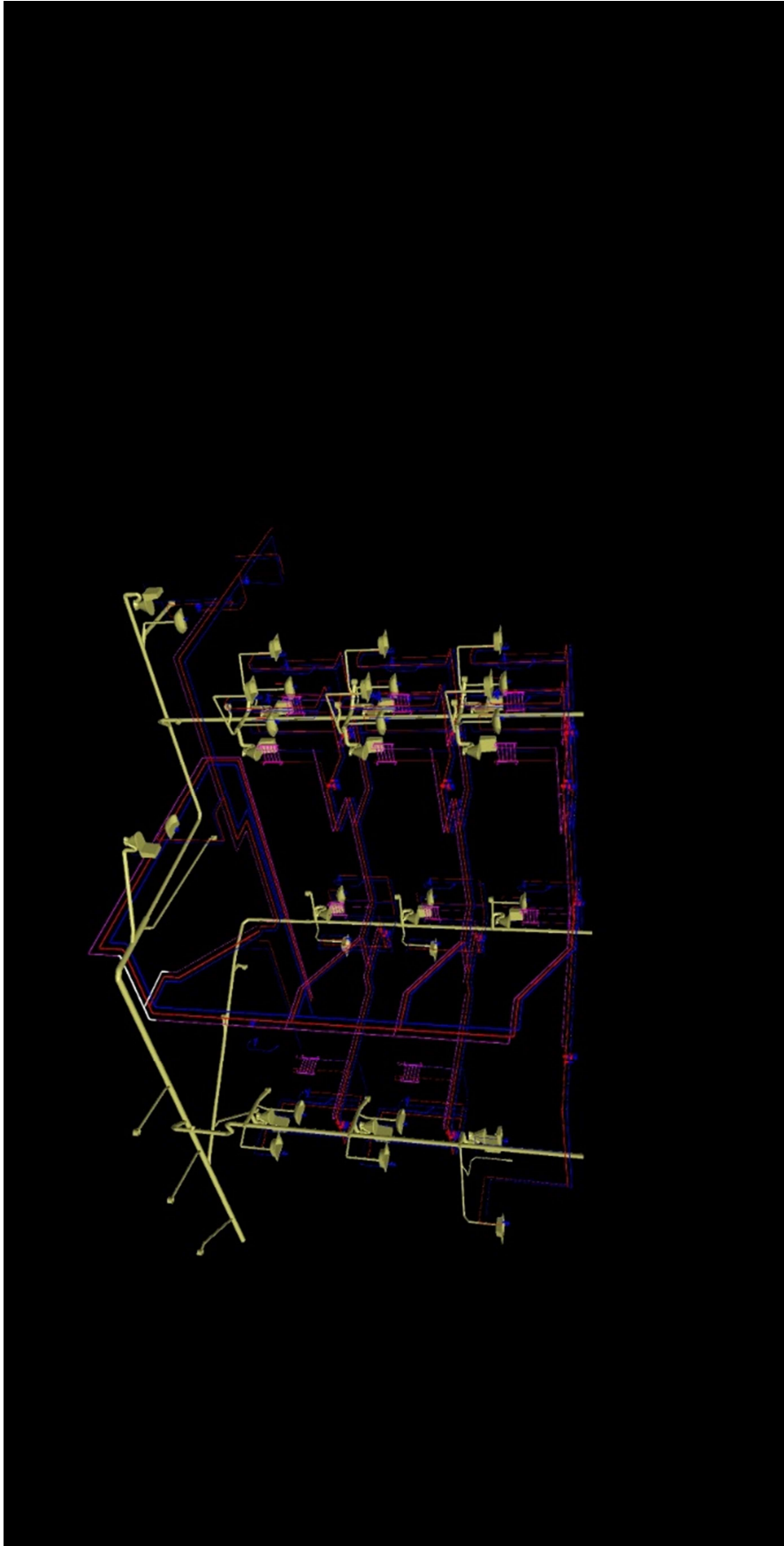
Liite 6. Pitkän tähtäimen suunnitelma ehdotus.



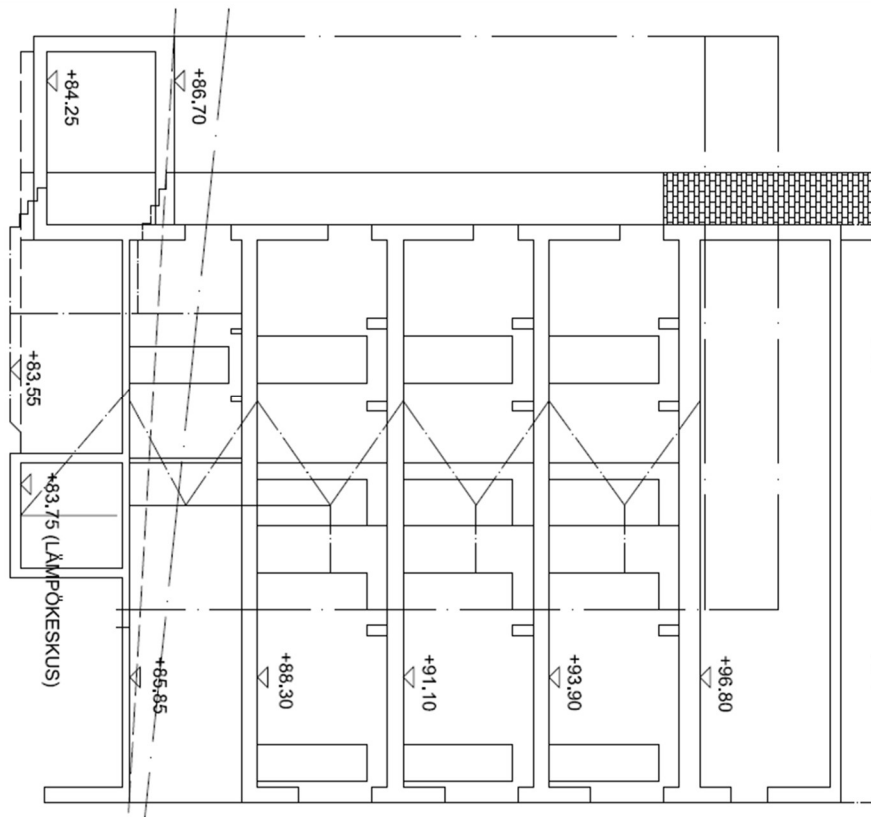
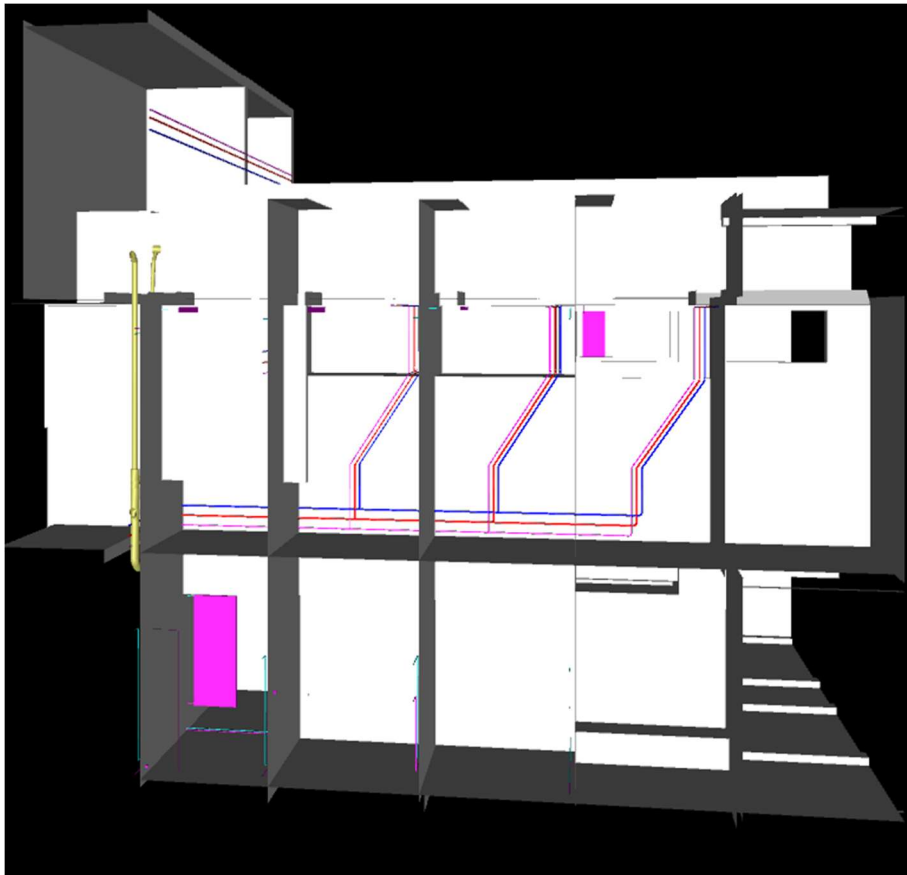
Liite 1. Ajantasa-aseமாகাava johon merkitty kiinteistön tontti.



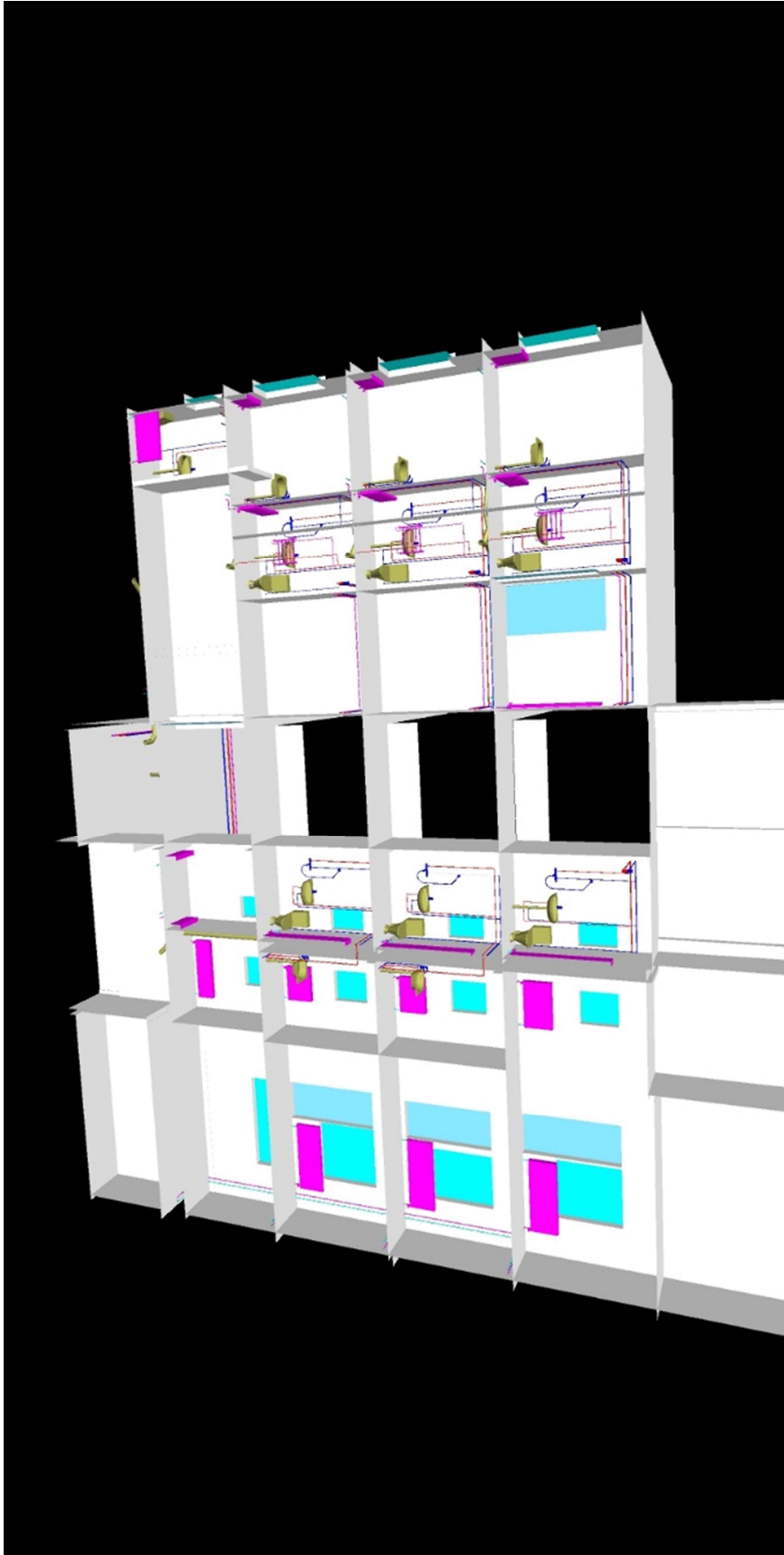
Liite 2. Kuva lämmönjakohuoneesta.



Liite 3. Käyttövesi- ja viemärijärjestelmän IFC-malli.



Liite 4. Vertailukuva yhdistelmämallista otetusta leikkauksesta ja vanhoista kuvista sähköiseen muotoon muutetusta leikkauskuvasta.



Liite 5. Leikkaus yhdistelmämallista, jossa MagiCAD Room malli, KVV- ja LV-järjestelmien malli.

